

درمان هالوکس والگوس در نوجوانان با استئوتومی دوگانه متاتارس

دکتر محمود بهاری^(۱)، دکتر حسن رحیمی^(۲)، دکتر محمد قره‌داغی^(۳)، دکتر جواد افزلی^(۴)

Double Osteotomy of First Metatarsus for Adolescent Hallux Valgus Deformity

Mahmood Bahari, MD; Hassan Rahimi, MD; Mohammad Gharedaghi, MD; Javad Afzali, MD

«Mashhad University of Medical Sciences»

خلاصه

پیش‌زمینه: استئوتومی دوگانه متاتارس در ابتدا به‌عنوان یک روش مؤثر برای اصلاح هالوکس والگوس‌های متوسط و شدید نوجوانان گزارش شد. هدف از این مطالعه گزارش این روش استئوتومی در مشهد می‌باشد.

مواد و روش: تعداد ۲۶ مورد هالوکس والگوس نوجوانان در ۱۷ بیمار در مدت پنج سال (۱۳۸۳-۱۳۷۸) در دو مرکز پزشکی مشهد تحت عمل جراحی استئوتومی قرار گرفتند. نتایج کارایی عضوی با استفاده از جداول استاندارد انجمن پا و میچ پای آمریکا (AOFAS) و دوپونت نمره‌دهی گردید. میانگین سنی بیماران ۱۵/۵ سال در زمان عمل جراحی و میانگین زمان پیگیری ۲۶ ماه بود. در این بررسی میانگین زوایای هالوکس والگوس (HVA)، بین متاتارسی (IMA) و زاویه انتهایی غضروف متاتارس (DMAA) قبل و بعد از جراحی مقایسه و همچنین ارتباط بین میزان رضایت بیماران و کارایی عضوی بررسی شدند.

یافته‌ها: میانگین اصلاح زوایا برای HVA، IMA، DMAA به ترتیب ۲۰/۶، ۵/۵۵ درجه بود. شانزده بیمار (۹۰٪) نتایج خوب و عالی داشتند. چهار مورد قابل پیگیری نبودند. در ۱۳ بیمار باقی‌مانده، ۲ مورد جوش‌نخوردگی و ۳ مورد خشکی مفصل متاتارس مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: استئوتومی متاتارس اول روش قابل قبول برای اصلاح هالوکس والگوس‌های شدید در نوجوانان می‌باشد. جوش نخوردن و خشکی مفصل از عوارض عمده آن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: هالوکس والگوس، استئوتومی، استخوان‌های متاتارس، نوجوان

Abstract

Background: Double osteotomy of first metatarsal has been advocated as a procedure of choice for severe hallux valgus in adolescent age group. We would like to report our experience with such an osteotomy in Meshhad.

Methods: Over a five year period (1999-2004), 26 feet in 17 adolescents - mean age of 15.5 years - with moderate to severe hallux valgus underwent double first metatarsal osteotomies. With a mean follow-up of 26 months, the cases were evaluated by American Orthopaedics Foot & Ankle Society Hallux Metatarsophalangeal-interphalangeal scale (AOFAS/HMI). In this study pre and post hallux valgus (HVA), intermetatarsal (IMA), and distal metatarsal articular (DMAA) angles, and the relation between the angles and patient satisfaction were evaluated.

Results: The mean angular corrections for hallux valgus (HVA), intermetatarsal (IMA) and distal metatarsal articular (DMAA) angles were 26.65, 6.20 and 5.55 degrees respectively. Four cases could not be reached and from the remaining 13 patients, 2 cases had required second surgery for non-union and 3 cases had stiffness in MTP (metatarsophalangeal) joints. Sixteen cases reported good to excellent results.

Conclusions: Double first metatarsal osteotomy for severe hallux valgus is a reasonable procedure in adolescents which maintains the correction. Non-union and first MTP joint contractures are the two main side effects.

Keywords: Hallux valgus; Osteotomy; Metatarsal bones; Adolescent

دریافت مقاله: ۱۱ ماه قبل از چاپ | مراحل اصلاح و بازنگری: ۳ بار | پذیرش مقاله: ۳ ماه قبل از چاپ

(۱) تا (۴): ارتوپد

محل انجام تحقیق: مشهد، بیمارستان امام رضا (ع) و مرکز پزشکی مهر
نشانی نویسنده رابط: مشهد، خ ابن‌سینا، بیمارستان امام رضا (ع)، بخش ارتوپدی
E-mail: Bahari_ortho@yahoo.com
دکتر محمود بهاری

مقدمه

تاکنون بیش از ۱۳۰ نوع عمل جراحی برای اصلاح هالوکس والگوس معرفی شده و بیانگر این واقعیت است که این بیماری را در همه موارد نمی‌توان با یک روش درمان کرد و برای هر مورد باید بر حسب شرایط خاص تصمیم‌گیری نمود^(۱،۲). یکی از روش‌های مؤثر برای اصلاح هالوکس والگوس متوسط و شدید در نوجوانان، استئوتومی در دو ناحیه متاتارس اول می‌باشد که با عود و عوارض کمتر گزارش شده است^(۳).

روش‌های جراحی معرفی شده برای اصلاح موارد متوسط و شدید هالوکس والگوس عبارتند از استئوتومی متاتارس در دو ناحیه^۱ و یا در سه ناحیه^۲ و اوستئوتومی لودوف^{۳(۴)} و اوستئوتومی اسکارف^{۴(۵)} که هر کدام جایگاه خاص خود را دارند و در گروه‌های سنی مختلف و بسته به شرایط بیماری و تجربه جراح در هر مورد تصمیم‌گیری می‌شود.

هدف از این مقاله گزارش نتایج استئوتومی در دو ناحیه در نوجوانان زیر ۱۸ سال در دو مرکز درمانی مشهد بود.

مواد و روش‌ها

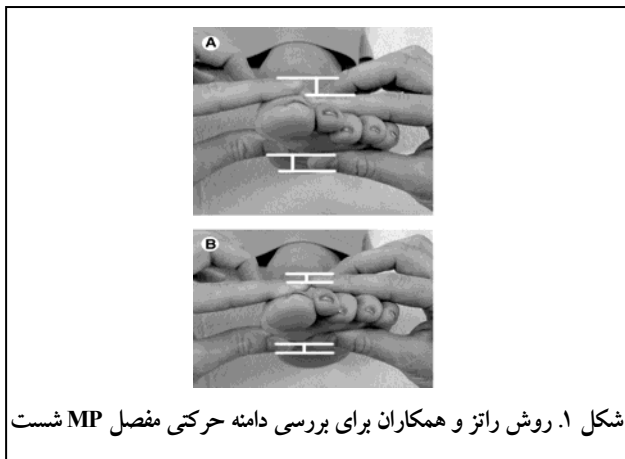
۴۶ مورد هالوکس والگوس در سنین ۱۲ تا ۱۸ سال در مدت ۵ سال (۱۳۷۸ تا ۱۳۸۳) به درمانگاه ارتوپدی بیمارستان امام رضا (ع) و مرکز پزشکی مهر مراجعه کردند. از این تعداد ۲۶ مورد (۱۷ بیمار) مبتلا به نوع متوسط و شدید (جدول ۱) که زمینه بیماری‌های سیستیک و اوتوایمیون فلج مغزی و بیماری‌های اعصاب مرکزی و محیطی و یا شلی لیگامانی نداشتند، تحت عمل استئوتومی دوبل متاتارس اول قرار گرفتند^(۶).

در همه بیماران قسمت جلو، وسط و پشت پا در حالت ایستاده، خوابیده و راه رفتن بررسی و ارتباط نواحی سه‌گانه بررسی شد. همچنین وجود درد و حساسیت در قسمت داخلی مفصل متاکارپوفالانژین شست (MP)، قابلیت اصلاح هالوکس

جدول ۱. طبقه‌بندی شدت هالوکس والگوس

شدت	زاویه هالوکس والگوس	زاویه بین متاتارس
طبیعی	$\leq 16^\circ$	$\leq 9^\circ$
خفیف	$16^\circ < 25^\circ$	$9^\circ < 11^\circ$
متوسط	$25^\circ < 40^\circ$	$11^\circ < 16^\circ$
شدید	$> 40^\circ$	$> 16^\circ$

والگوس با دست، حساسیت در زیر سر متاتارس‌های خارجی، وجود میخچه، هرگونه انحراف و تغییر شکل در سایر انگشتان مثل انگشت چکشی^۵ و چنگالی^۶ و چرخش شست پا^۷ بررسی گردید. دامنه حرکتی مفصل MP شست با روش «روت»^۸ و همکارانش بررسی شد (شکل ۱)^(۷) شلی لیگامانی با معاینه دامنه اکستانسیون مفصل MP شست دست و دامنه حرکتی آرنج و استحکام پاتلا در زانو انجام شد.



در کلیه بیماران پرتونگاری استاندارد رخ و نیم‌رخ در حالت ایستاده و همچنین تصویر سزاموئید بررسی شد. زاویه هالوکس والگوس (HVA)^۹ و زاویه بین متاتارس اول و دوم (IMA)^{۱۰} و زاویه شیب سطح مفصلی سر متاتارس اول با محور طولی آن (DMAA)^{۱۱} به روش میلر^{۱۲(۸)}؛ و زاویه والگوس بین‌انگشتی (HVIP)^{۱۳}

5. Hammer toe

6. Claw toe

7. Pronation

8. Root

9. Hallux Valgus Angle

10. Inter-Metatarsal Angle

11. Distal Metatarsal Articular Angle

12. Miller

13. Hallux Valgus Interphalangeous

1. Double osteotomy

2. Triple osteotomy

3. Lodhoffs osteotomy

4. Scarf osteotomy

بسته با قاعده داخلی^۵ در ناحیه گردن و استئوتومی گوه‌ای باز با قاعده داخلی^۶ ناحیه قاعده متاتارس اول حدود ۵ تا ۱۰ میلی‌متر پایین‌تر از صفحه رشد؛ و ۳) ثابت کردن استئوتومی‌ها با پین‌گذاری داخل کانال متاتارس.

بعد از عمل، گچ کوتاه ساق برای شش هفته گرفته شد. سپس بانداژ کشی تا مدت دو ماه با استفاده از کفش‌های با کف سفت مثل کف چوبی پیشنهاد شد.

میزان رضایت بیماران از عمل جراحی به صورت خوب، متوسط و ضعیف سنجیده شد. کارآرایی عضوی با استفاده از جدول نمره‌دهی انجمن پا و مچ آمریکا (AOFAS/HMI)^۷ و جدول نمره‌دهی دوپونت^۸ بررسی شد. با این جدول، درد، دامنه حرکتی مفصل MP شست، پایداری مفصل MP و بین‌انگشتی، انحراف ظاهری شست پا نسبت به حالت طبیعی، چگونگی محدودیت در پوشیدن کفش توسط بیمار و فعالیت‌های فیزیکی بیمار بررسی شدند^(۱۰). زاویه هالوکس والگوس و زاویه بین دو متاتارس و حرکات مفصل MP شست، درد بیمار و ظاهر انگشت با استفاده از جدول دوپونت نمره‌دهی شدند.

میزان اصلاح زاویه هالوکس والگوس به دو دسته بیشتر و کمتر از ۵۰٪ تقسیم شدند. ارتباط بین رضایت بیماران با درصد اصلاح زاویه هالوکس والگوس با آزمون خی دو (χ^2) محاسبه گردید.

میانگین زوایای انگشت‌ها و متاتارس‌ها قبل و بعد از عمل با استفاده از آزمون پارامتری t برای گروه‌های همتا^۹ مقایسه شدند و سطح معنی‌داری $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

جدول ۲. زوایا قبل و بعد از جراحی				
زاویه	قبل از عمل		بعد از عمل	
	راست	چپ	راست	چپ
HVA	۳۸	۴۴	۵	۸
IMA	۱۳	۱۷	۴	۵
DMAA	۱۴	۱۵	۴	۱۰

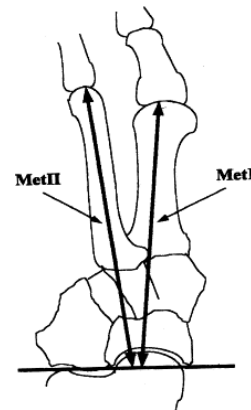
5. Medial closed wedge
6. Medial open wedge
7. American Orthopaedics Foot & Ankle Society Hallux Metatarsophalangeal-interphalangeal
8. Du'Pon
9. Paired t-test

در کلیشه روبرو که همان زاویه PAA^۱ می‌باشد اندازه‌گیری شدند.

در کلیشه آگزیکال سزاموئید^۲، موقعیت سزاموئیدها نسبت به محل آناتومیک آنها؛ و در کلیشه ایستاده روبرو محل قرارگرفتن سزاموئید داخلی نسبت به سر متاتارس با روش AOFAS^۳ درجه‌بندی گردید [درجه صفر وضعیت طبیعی؛ ۱: کمتر از ۵۰٪ روی هم قرار گرفتن سزاموئید داخلی و محور متاتارس اول؛ ۲: عبور بیشتر از ۵۰٪ از سزاموئید از محور متاتارس؛ و ۳: رد شدن سزاموئید به‌طور کامل از محور متاتارس می‌باشد (شکل ۲)]. طول متاتارس قبل و بعد از عمل به روش «هاردی و کلاپام»^۴ اندازه‌گیری شد^(۹) (شکل ۳).



شکل ۲. روش درجه‌بندی شدت جابه‌جایی سزاموئید داخلی



شکل ۳. روش اندازه‌گیری طول متاتارس

عمل جراحی شامل سه بخش زیر بود: ۱) آزادسازی نسج نرم کپسول و لیگامانی دیستال و آزادسازی سزاموئید دیستال؛ ۲) حذف برجستگی داخلی سر متاتارس و استئوتومی گوه‌ای

1. Phalangeal Articular Angle
2. Axial sesamoid view
3. American Orthopedic Foot and Ankle Society
4. Hardy & Clapham

یافته‌ها

در ۱۷ بیمار با ۲۶ مورد هالوکس والگوس متوسط و شدید شامل ۱۲ دختر (۷ مورد دوطرفه و ۵ مورد یک‌طرفه) و ۵ پسر (۳ مورد یک‌طرفه و دو مورد دوطرفه) جراحی استئوتومی دوگانه متاتارس انجام شد (۷ مورد جراحی در پسران و ۱۹ مورد در دختران). میانگین سنی بیماران ۱۵/۵ سال (۱۸-۱۳) و میانگین زمان پیگیری ۲۸ ماه بود. میانگین زوایای DMAA, IMA, HVA قبل از عمل به ترتیب $34/84 \pm 5/723$ ، $12/71 \pm 2/02$ و $14/68 \pm 2/32$ و بعد از عمل به ترتیب $7/26 \pm 0/130$ و $8/61 \pm 1/06$ ؛ $13/82 \pm 0/93$ میانگین زوایا قبل و بعد از عمل از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p < 0/001$).

بین میزان رضایت بیماران و درصد اصلاح زاویه هالوکس والگوس ارتباط مثبت وجود داشت ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود. از ۱۷ بیمار، ۴ مورد قابل پیگیری نبودند. از ۱۹ پای عمل شده (در ۱۳ بیمار باقیمانده شامل ۶ بیمار دوطرفه و ۷ بیمار یک‌طرفه)، تعداد ۱۶ مورد (۸۴/۴٪) نتایج خوب و عالی داشتند. بین اندازه طول متاتارس قبل و بعد از عمل هیچگونه اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت. همچنین هیچ‌کدام از بیماران ما در دوره پیگیری، درد زیر سر متاتارس دوم^۱ نداشتند.

نتایج ضعیف‌تر به علت خشکی در حرکات مفصل متاتارسیوفالانژیال (MTP) اول بود که در ۳ بیمار دیده شد. با استفاده از جدول AOFAS متوسط نمره بیماران قبل و بعد از عمل از ۵۴ به ۹۱ رسید. نمره یک بیمار براساس جدول AOFAS برابر ۸۲ (خوب) و برحسب جدول دوپونت ۲۰ (ضعیف) و علت آن خشکی مفصلی بود.

میزان عوارض ۱۰/۵٪ شامل دو مورد جوش‌نخوردگی متاتارس (که با پلاک‌گذاری بهبود یافت) و سه مورد خشکی مفصل بود.

شکل ۴ پرتونگاری‌های قبل و بعد از عمل در یک بیمار ۱۷

ساله را نشان می‌دهد.



شکل ۴. پرتونگاری قبل و بعد از عمل جراحی در بیمار ۱۷ ساله

بحث

هالوکس والگوس یکی از شایع‌ترین بیماری‌های پا می‌باشد و یکی از بیماری‌هایی است که بیشترین اختلاف سلیقه و نظر در انتخاب روش درمان را به خود اختصاص داده است^(۱). در حدود ۱۳۰ نوع عمل جراحی برای اصلاح هالوکس والگوس معرفی شده است^(۲) و نشان می‌دهد برای همه موارد بیماری نمی‌توان یک روش واحد به کاربرد. میزان فراوانی هالوکس والگوس کاملاً مشخص نیست. دریک گزارش میزان وفور این بیماری در نوجوانان ۱/۶٪ از کل جمعیت است^(۹) و در یک بررسی دیگر ۲۲ تا ۴۶ درصد از کل موارد گزارش شده هالوکس والگوس ذکر شده است^(۳). این بیماری در خانم‌ها ۹-۴ برابر مردان است و در بررسی «هاردی و کلافلام» یک زمینه خانوادگی برای آن شرح داده شده است^(۹). «مان»^۲ و «کاگلن»^۳ در بررسی هالوکس والگوس نوجوانان، در اکثر موارد ابتلاء والدین به این بیماری را مشاهده کردند^(۱۲)؛ «کاگلن» و همکاران نشان دادند که شروع زودرس بیماری در نوجوانان زمینه خانوادگی آن را تقویت می‌کند^(۱۳).

عوامل موثر و زمینه‌ساز بیماری در نوجوانان علاوه بر زمینه‌های ارثی (که تا ۶۸٪ موارد گزارش شده است)^(۱) و خانوادگی و علل مادرزادی، شامل عدم تعادل نیروهای عضلانی، چاقی، چرخش غیرعادی متاتارس شست^۴، انحراف به داخل متاتارس شست پای^۵ و انحراف به‌خارج پای^۶ و مچ پای اسبی^۷ نیز می‌باشند^(۶).

2. Munn
3. Coughlin
4. Pronation deformity
5. Metatarsus primus varus
6. Pes valgus
7. Ankle equines

روش عمل شدند، هیچ‌گونه تغییر معنی‌دار آماری در طول متاتارس بعد از عمل نسبت به قبل از عمل وجود نداشت. مزیت دوم این روش آن است که به هر سه قسمت تغییر شکل‌های موجود در هالوکس والگوس شامل برجستگی داخلی سر متاتارس، افزایش زاویه والگوس شست پا، و واروس متاتارس اول رسیدگی می‌شود^(۲۱).

روش‌های معمول برای جراحی هالوکس والگوس از جمله عمل میچل، ماک براید و چورون برای موارد خفیف تا متوسط مناسب می‌باشند ولی برای موارد انحراف بالای ۳۰ درجه و ناهنجاری‌های شدید نیاز به استئوتومی‌های پیچیده‌تر و مرکب وجود دارد که یکی از آنها استئوتومی دوگانه متاتارس اول می‌باشد^(۲۲).

معاینات قبل از عمل و بررسی دقیق عکس‌های پرتونگاری در حالت ایستاده در تصمیم‌گیری جراح و انتخاب نوع عمل از اهمیت بسیار برخوردار است و این بررسی‌ها مشخص می‌کند که متاتارس اول به چه مقدار تغییر زاویه نیاز دارد، آیا انجام استئوتومی بند انگشت شست لازم است؟ و در صورت وجود آیا درمان جراحی برای اصلاح آنها لازم است؟^(۲۳).

دقت در پرتونگاری‌های ایستاده و نیم‌رخ و اکزیال سزاموید در اندازه‌گیری‌های زوایا بسیار اهمیت دارد زیرا درجه و شدت ناهنجاری را مشخص می‌کند که تعیین کننده روش جراحی مناسب خواهد بود^(۸). در گزارش «جانسون»^(۳) میانگین سنی بیماران ۱۵ سال، مدت پیگیری ۲۷ ماه، متوسط زاویه‌های DMAA, IMA, HVA به ترتیب ۳۵/۷۹ و ۱۵/۷۵ و ۱۲/۸۰ درجه و مقادیر بعد از عمل به ترتیب ۱۴/۲۵ و ۶/۵ و ۶/۶۰ درجه بودند. نتایج ما نیز در همین حدود است و اختلاف زوایای قبل و بعد از عمل از نظر آماری معنی‌دار بود. بسیاری از محققین معتقدند که با این روش طول متاتارس اول تغییر نمی‌کند^(۳) و میزان عود کمتر است. در بررسی‌های ما نیز بین طول متاتارس اول نسبت به طول متاتارس دوم قبل و بعد از عمل تغییر معنی‌دار آماری مشاهده نشد. ثابت بودن طول متاتارس از افزایش فشار روی سر متاتارس اول و ایجاد درد، و نیز از تغییرات آرتروزی در مفصل متاتارس با انگشت شست پیشگیری می‌کند^(۲۴).

در یک بررسی در مورد ارتباط طول متاتارس اول و هالوکس والگوس، ۱۱۰ مورد با ۱۰۰ مورد سالم به عنوان گروه کنترل مقایسه شدند. در ۷۷٪ بیماران متاتارس اول بلندتر و یا به اندازه متاتارس دوم بود که اصطلاحاً آن را (zero plus first metatarsal)^(۱۴) می‌نامند. در حالی که در گروه کنترل تنها ۲۸٪ چنین حالتی داشتند و بین طول متاتارس اول با هالوکس والگوس ارتباط معنی‌دار وجود داشت ($p < 0.001$). این مطالعه در بالغین انجام شد ولی تاکنون گزارشی از نوجوانان منتشر نشده و در تحقیق حاضر نیز این مطلب بررسی نشده است.

بین صاف بودن کف پا به صورت ارثی و ایجاد هالوکس والگوس بخصوص نوع متوسط و شدید آن ارتباط مثبت وجود دارد^(۱۵). «گرینگ»^۱ و «کاگن» شلی ردیف اول (متاتارس انگشت) را موثر دانسته‌اند^(۱۶) و تحرک مفصل انگشت را با همراه کردن تست‌های «روتز» و «هیلر» با ارزش می‌شناسند. لیکن برای مشخص‌تر شدن نقش شلی ردیف اول پا در پاتوژنی هالوکس والگوس پژوهش‌های بیشتری لازم است^(۱۷،۱۸).

شیوع عوارض بعد از عمل و میزان عود بالا و باز بودن صفحه رشدی متاتارس اول در جوانان از عوامل مهم انتخاب درمان غیرجراحی توسط بسیاری از جراحان می‌باشد. «پترسون»^۲ در سال ۱۹۹۳ روش استئوتومی دو ناحیه‌ای متاتارس اول را شرح داد و نتایج بسیار خوبی در اصلاح زاویه‌های قبل از عمل گزارش نمود^(۱۹).

بعد از او محققین زیادی نتایج خوب این استئوتومی را گزارش کردند. «کاگن» در گزارش خود این استئوتومی را به‌عنوان روش انتخابی برای اصلاح موارد متوسط و شدید بیماری، به‌ویژه در مواردی که زاویه شیب سطح مفصلی افزایش داشته باشد معرفی نمود^(۲۰).

استئوتومی دوگانه متاتارس دارای دو مزیت برجسته نسبت به سایر روش‌ها می‌باشد. اول آنکه در این روش طول متاتارس بعد با قبل از عمل تغییری نمی‌کند^(۳). در بیماران ما نیز که با این

نتیجه‌گیری

در انواع متوسط و شدید هالوکس والگوس در نوجوانان، استئوتومی دو ناحیه‌ای متاتارس روش مناسبی است که تمام اجزاء ناهنجاری را اصلاح کرده و کوتاهی در انگشت پا ایجاد نمی‌کند. خشکی مفصل MP و تأخیر در جوش خوردن استئوتومی از عوارض آن است.

در تعداد زیادی از موارد هالوکس والگوس انحراف انگشتان کناری (دوم تا چهارم) وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد و همراه با اصلاح شست پا اصلاح شوند^(۲۵). اصلاح انگشتان کناری یکی از عوامل مهم جلوگیری از عود هالوکس والگوس بعد از جراحی است و مواردی که در آنها بدون توجه به انگشتان کناری هالوکس والگوس اصلاح شده‌اند از عود بالایی برخوردارند. به عقیده «پترسون» اشکال اساسی این روش سفتی ایجاد شده مفصل MP می‌باشد که به علت گذاشتن پین طولی داخل مفصلی است.

References

1. Robinson AHN, Limbers JP. Modern concepts in the treatment of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br.* 2005; 87-B:1038-45.
2. Trnka HJ, Hofstätter S. The Ludloff Osteotomy. *Tech Foot Ank Surg.* 2005;4(4):263-8.
3. Johnson AE, Georgopoulos G, Erickson MA, Eilert R. Treatment of adolescent hallux valgus with the first metatarsal double osteotomy: the denver experience. *J Pediatr Orthop.* 2004;24(4):358-62.
4. Singh SK, Chiodo CP. The Ludloff Osteotomy for Correction of Moderate to Severe Hallux Valgus. *Tech Foot Ank Surg.* 2005;4(2):79-84.
5. Barouk LS, Toullec E. Use of Scarf Osteotomy of the First Metatarsal to Correct Hallux Valgus Deformity. *Tech Foot Ank Surg.* 2003;2(1):27-34.
6. Scranton PE Jr, Zuckerman JD. Bunion surgery in adolescents: results of surgical treatment. *J Pediatr Orthop.* 1984;4(1):39-43.
7. Kelso SF, Richie DH Jr, Cohen IR, Weed JH, Root M. Direction and range of motion of the first ray. *J Am Podiatry Assoc.* 1982;72(12):600-5.
8. Aster AS, Forster MC, Rajan RA, Patel KJ, Asirvatham R, Gillies C. Radiographic pre-operative assessment in hallux valgus: is it reliable? *Foot.* 2004;14(3):129-32.
9. Hardy RH, Clapham JC. Observations on hallux valgus; based on a controlled series. *J Bone Joint Surg Br.* 1951;33-B(3):376-91.
10. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15(7):349-53.
11. Vanore JV, Christensen JC, Kravitz SR, Schuberth JM, et al. Clinical Practice Guideline First Metatarsophalangeal Joint Disorders Panel of the American College of Foot and Ankle Surgeons. Diagnosis and treatment of first metatarsophalangeal joint disorders. Section 1: Hallux valgus. *J Foot Ankle Surg.* 2003;42(3): 112-23.
12. Mann R, Coughlin M. Juvenile bunions in Surgery of the Foot and Ankle. St Louis: Mosby; 1993. p 297-339.
13. Coughlin MJ, Roger A, Mann Award. Juvenile hallux valgus: etiology and treatment. *Foot Ankle Int.* 1995;16:682-97.
14. T John E. Mancuso TJE, Abramow SP, Landsman MJ, Waldman M, Carioscia M. The zero-plus first metatarsal and its relationship to bunion deformity. *J Foot Ankle Surg.* 2003;42(6):319-26.
15. King DM, Toolan BC. Associated deformities and hypermobility in hallux valgus: an investigation with weight-bearing radiographs. *Foot Ankle Int.* 2004;25(4):251-5.
16. Grebing BR, Coughlin MJ. The effect of ankle position on the exam for first ray mobility. *Foot Ankle Int.* 2004;25(7):467-75.
17. Coleman SS, Chesnut WJ. A simple test for hindfoot flexibility in the cavovarus foot. *Clin Orthop Relat Res.* 1977;(123):60-2.
18. Glasoe WM, Yack HJ, Saltzman CL. Measuring first ray mobility with a new device. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(1):122-4.
19. Hamilton RJ, Gray A, Senthil Kumar C. Surgical treatment of hallux valgus: the current practice in Scotland. *Foot.* 2005;15(2):65-7.
20. Coughlin MJ. Juvenile hallux valgus: etiology and treatment. *Foot Ankle Int.* 1995;16(11):682-97.

21. Coughlin MJ, Carlson RE. Treatment of hallux valgus with an increased distal metatarsal articular angle: evaluation of double and triple first ray osteotomies. *Foot Ankle Int.* 1999;20(12):762-70.

22. Peterson HA, Newman SR. Adolescent bunion deformity treated with double osteotomy and longitudinal pin fixation of the first ray. *J Pediatr Orthop.* 1993; 13(1): 80-4.

23. Aronson J, Nguyen LL, Aronson EA. Early results of the modified Peterson bunion procedure for adolescent hallux valgus. *J Pediatr Orthop.* 2001;21(1):65-9.

24. Geissele AE, Stanton RP. Surgical treatment of adolescent hallux valgus. *J Pediatr Orthop.* 1990;10(5): 642-8.

25. King DM, Toolan BC. Associated deformities and hypermobility in hallux valgus: an investigation with weightbearing radiographs. *Foot Ankle Int.* 2004;25(4): 251-5.